

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002118331
PUBLICATION DATE : 19-04-02

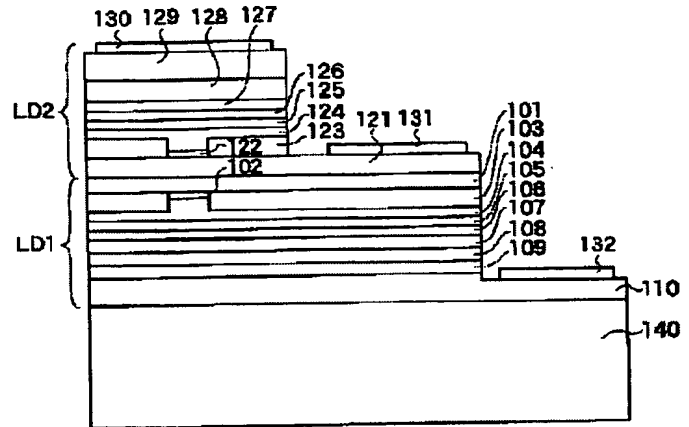
APPLICATION DATE : 06-10-00
APPLICATION NUMBER : 2000308323

APPLICANT : TOSHIBA CORP;

INVENTOR : NITTA KOICHI;

INT.CL. : H01S 5/40 H01S 5/323

TITLE : LAMINATED SEMICONDUCTOR LIGHT
EMITTING DEVICE AND ITS
MANUFACTURING METHOD



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laminated semiconductor light emitting device reduced in size by accurately conducting an optical alignment and a method for manufacturing the same.

SOLUTION: The laminated semiconductor light emitting device comprises a first semiconductor light emitting element grown on a first board, and a second semiconductor light emitting element grown separately from the first element and directly adhered to the first element in a laminated state. In this case, the light emitting wavelength of the first element is different from that of the second element.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-118331

(P2002-118331A)

(43) 公開日 平成14年4月19日 (2002.4.19)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード^{*} (参考)

H 0 1 S 5/40
5/323

H 0 1 S 5/40
5/323

5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-308323(P2000-308323)

(22) 出願日 平成12年10月6日 (2000.10.6)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 塩澤 秀夫

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝マイクロエレクトロニクスセン
ター内

(72) 発明者 新田 康一

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝マイクロエレクトロニクスセン
ター内

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外7名)

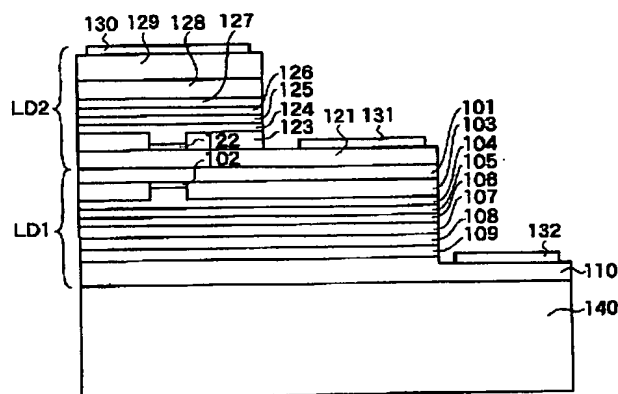
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 集積型半導体発光装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 光学的なアラインメントを正確に行うことのできる小型化された集積型半導体発光装置及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明の集積型半導体発光装置は、第1の基板の上に成長形成された第1の半導体発光素子と、第1の半導体発光素子とは別に成長形成され、積層体の状態で前記第1の半導体発光素子に直接接着された第2の半導体発光素子からなり、前記第1の半導体発光素子の発光波長と前記第2の半導体発光素子の発光波長とは異なっている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の基板の上に成長形成された第1の半導体発光素子と、第1の半導体発光素子とは別に成長形成され、積層体の状態で前記第1の半導体発光素子に直接接着された第2の半導体発光素子からなり、前記第1の半導体発光素子の発光波長と前記第2の半導体発光素子の発光波長とは異なることを特徴とする集積型半導体発光装置。

【請求項2】 前記第1の半導体発光素子の上側コンタクト層の上に、前記第2の半導体発光素子の積層体が直接接着されていることを特徴とする請求項1記載の集積型半導体発光装置。

【請求項3】 前記第1の半導体発光素子の上に直接接着されている前記第2の半導体発光素子の積層体は、前記第1の半導体発光素子の積層体よりも小さく整形されており、それにより前記第1の半導体発光素子のコンタクト層が露出しており、その露出した前記第1の半導体発光素子のコンタクト層に前記第1の半導体発光素子を制御する電極が設けられていることを特徴とする請求項2記載の集積型半導体発光装置。

【請求項4】 第1の基板の上に第1の半導体発光素子の積層体を成長形成する工程と、第2の基板の上に、前記第1の半導体発光素子の発光波長とは異なる発光波長を持つ第2の半導体発光素子の積層体を成長形成する工程と、前記第2の半導体発光素子の積層体を前記第1の半導体発光素子に直接接着する工程と、前記第1の半導体発光素子の積層体と前記第2の半導体発光素子の積層体が一体となった状態で個々のチップに切り出す工程とを含む集積型半導体発光装置の製造方法。

【請求項5】 前記第2の半導体発光素子の積層体は、真空中又は不活性ガス中でアニールを行うことによって、前記第1の半導体発光素子に直接接着することを特徴とする請求項4記載の集積型半導体発光装置の製造方法。

【請求項6】 基板と、第1の半導体発光素子と、この第1の半導体発光素子が設けられている前記基板に後から成長形成させた第2の半導体発光素子とからなり、第1の半導体発光素子の発光波長と第2の半導体発光素子の発光波長とは異なることを特徴とする集積型半導体発光装置。

【請求項7】 前記第1の半導体発光素子は、窒化物半導体からなることを特徴とする請求項6記載の集積型半導体発光装置。

【請求項8】 前記第1の半導体発光素子は、InGaAlN系半導体からなることを特徴とする請求項7記載の集積型半導体発光装置。

【請求項9】 前記第2の半導体発光素子は、InGaAlP系半導体からなることを特徴とする請求項8記載

の集積型半導体発光装置。

【請求項10】 前記基板は、半導体基板であることを特徴とする請求項6記載の集積型半導体発光装置。

【請求項11】 前記半導体基板は、n型基板であることを特徴とする請求項10記載の集積型半導体発光装置。

【請求項12】 前記半導体基板は、GaAs基板であることを特徴とする請求項11記載の集積型半導体発光装置。

【請求項13】 前記半導体基板は、Si基板であることを特徴とする請求項11記載の集積型半導体発光装置。

【請求項14】 前記Si基板上にホログラムレンズが形成され、前記第1の半導体発光素子及び前記第2の半導体発光素子からの光は、前記ホログラムレンズを介して出力され、同じ光軸を持つように調整されていることを特徴とする請求項6記載の集積型半導体発光装置。

【請求項15】 更に、ホログラムレンズから出力される光の色収差を補正する補正板が設けられてることを特徴とする請求項14記載の集積型半導体発光装置。

【請求項16】 第1の基板の上に第1の半導体発光素子の積層体を設ける工程と、前記第1の基板の上に、前記第1の半導体発光素子の発光波長とは異なる発光波長を持つ第2の半導体発光素子を積層体を成長形成する工程と、前記第1の半導体発光素子の積層体と前記第2の半導体発光素子の積層体が一体となった状態で個々のチップに切り出す工程とからなる集積型半導体発光装置の製造方法。

【請求項17】 前記第2の半導体発光素子の積層体は、真空中又は不活性ガス中でアニールを行うことによって、前記第1の半導体発光素子に直接接着することを特徴とする請求項16記載の集積型半導体発光装置の製造方法。

【請求項18】 前記第1の半導体発光素子は、窒化物半導体からなることを特徴とする請求項16記載の集積型半導体発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、集積型半導体発光装置及びその製造方法に関し、特に発光波長が異なる複数種類の発光素子が同一基板上に集積された集積型発光装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、高密度記録が可能で大容量のデジタルバーサタイルディスク（DVD）およびその再生用のDVD装置が市販されており、今後需要が益々伸びていく商品として注目されている。

【0003】このような光ディスク装置のピックアップ用光源として半導体レーザが用いられている。そして、

大容量化の要請から、より波長の短い半導体レーザの開発が進められ、これに伴い新しい規格のディスク装置が登場している。

【0004】即ち、従来AlGaAs系780nmレーザを用いたCD規格が主流であったが、InGaAlP系650nmレーザの登場によりDVD規格が新たに登場した。最近ではInGaAlN系400nm帯紫青色半導体レーザの実用化が目前であり、これに伴って新たに高密度のディスクシステムが登場する見込みである。

【0005】これら複数のディスクシステムの間で互換性を保つため、ピックアップにはそれぞれのシステムに対応した半導体レーザが必要である。そのためピックアップの光学系は一般に非常に複雑なものとなってしまう。そこで複数のレーザを1チップに集積化した光学系を簡素化しようとする試みがなされている。例えば、特開2000-11417では、DVD用650nmレーザとCD用780nmレーザを集積しピックアップの簡素化を図っている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記従来例では、2つのレーザは共に結晶成長時の基板がGaAsである。従って、これを利用して良好に2波長の集積化が可能であった。しかし、今後実用化されるであろう紫青色半導体レーザのように異なる基板結晶を用いた半導体レーザでは集積化が非常に困難であった。

【0007】一方、従来のDVD装置の光学ピックアップに用いられていた発光波長780nmのGaAlAs系半導体レーザにより再生されていたコンパクトディスク(CD)やミニディスク(MD)も使用出来る様、発光波長が600nm帯のInGaAlP系半導体レーザと発光波長が700nm帯のGaAlAs系半導体レーザとを同一基板に集積した発光装置(例えば特開平11-186651)も提案されている。

【0008】しかしながら、上述のような同一基板集積型の発光装置ではInGaAlP系半導体レーザとGaAlAs系半導体レーザとの二つのレーザを集積するため素子作成工程が複雑で歩留まりが低くコストが下がらない問題があった。

【0009】従って、本発明は、上述の如き従来の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、小型化され、光学的なアラインメントを正確に行うことのできる集積型半導体発光装置及びその製造方法を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明(請求項1)は、第1の基板の上に成長形成された第1の半導体発光素子と、第1の半導体発光素子とは別に成長形成され、積層体の状態で前記第1の半導体発光素子に直接接着された第2の半導体発光素子からなり、前記第1の半導体発光素子の発光波長と前記第2の半導体発光素子の発光波長

とは異なることを特徴とする集積型半導体発光装置を提供する。

【0011】本発明(請求項2)は、上記請求項1記載において、前記第1の半導体発光素子の上側コンタクト層の上に、前記第2の半導体発光素子の積層体が直接接着されていることを特徴とする集積型半導体発光装置を提供する。

【0012】本発明(請求項3)は、上記請求項2記載において、前記第1の半導体発光素子の上に直接接着されている前記第2の半導体発光素子の積層体は、前記第1の半導体発光素子の積層体よりも小さく整形されており、それにより前記第1の半導体発光素子のコンタクト層が露出しており、その露出した前記第1の半導体発光素子のコンタクト層に前記第1の半導体発光素子を制御する電極が設けられていることを特徴とする集積型半導体発光装置を提供する。

【0013】本発明(請求項4)は、第1の基板の上に第1の半導体発光素子の積層体を成長形成する工程と、第2の基板の上に、前記第1の半導体発光素子の発光波長とは異なる発光波長を持つ第2の半導体発光素子の積層体を成長形成する工程と、前記第2の半導体発光素子の積層体を前記第1の半導体発光素子に直接接着する工程と、前記第1の半導体発光素子の積層体と前記第2の半導体発光素子の積層体が一体となった状態で個々のチップに切り出す工程とからなる集積型半導体発光装置の製造方法を提供する。

【0014】本発明(請求項5)は、上記請求項4記載において、前記第2の半導体発光素子の積層体は、真空中又は不活性ガス中でアニールを行うことによって、前記第1の半導体発光素子に直接接着することを特徴とする製造方法を提供する。

【0015】本発明(請求項6)は、基板と、第1の半導体発光素子と、この第1の半導体発光素子が設けられている前記基板に後から成長形成させた第2の半導体発光素子とからなり、第1の半導体発光素子の発光波長と第2の半導体発光素子の発光波長とは異なることを特徴とする集積型半導体発光装置を提供する。

【0016】本発明(請求項7)は、上記請求項6記載において、前記第1の半導体発光素子は、窒化物半導体からなることを特徴とする集積型半導体発光装置を提供する。

【0017】本発明(請求項8)は、上記請求項7記載において、前記第1の半導体発光素子は、InGaAlN系半導体からなることを特徴とする集積型半導体発光装置を提供する。

【0018】本発明(請求項9)は、上記請求項8記載において、前記第2の半導体発光素子は、InGaAlP系半導体からなることを特徴とする集積型半導体発光装置を提供する。

【0019】本発明(請求項10)は、上記請求項6記

載において、前記基板は、半導体基板であることを特徴とする集積型半導体発光装置を提供する。

【0020】本発明（請求項11）は、上記請求項10記載において、前記半導体基板は、n型基板であることを特徴とする集積型半導体発光装置を提供する。

【0021】本発明（請求項12）は、上記請求項11記載において、前記半導体基板は、GaAs基板であることを特徴とする集積型半導体発光装置を提供する。

【0022】本発明（請求項13）は、上記請求項11記載において、前記半導体基板は、Si基板であることを特徴とする集積型半導体発光装置を提供する。

【0023】本発明（請求項14）は、上記請求項6記載において、前記Si基板上にホログラムレンズが形成され、前記第1の半導体発光素子及び前記第2の半導体発光素子からの光は、前記ホログラムレンズを介して出力され、同じ光軸を持つように調整されていることを特徴とする集積型半導体発光装置を提供する。

【0024】本発明（請求項15）は、上記請求項14記載において、更に、ホログラムレンズから出力される光の色収差を補正する補正板が設けられていることを特徴とする集積型半導体発光装置を提供する。

【0025】本発明（請求項16）は、第1の基板の上に第1の半導体発光素子の積層体を設ける工程と、前記第1の基板の上に、前記第1の半導体発光素子の発光波長とは異なる発光波長を持つ第2の半導体発光素子を積層体を成長形成する工程と、前記第1の半導体発光素子の積層体と前記第2の半導体発光素子の積層体が一体となった状態で個々のチップに切り出す工程とからなる集積型半導体発光装置の製造方法を提供する。

【0026】本発明（請求項17）は、上記請求項16記載において、前記第2の半導体発光素子の積層体は、真空中又は不活性ガス中でアニールを行うことによって、前記第1の半導体発光素子に直接接着することを特徴とする製造方法を提供する。

【0027】本発明（請求項18）は、上記請求項16記載において、前記第1の半導体発光素子は、窒化物半導体からなることを特徴とする集積型半導体発光装置の製造方法を提供する。

【0028】

【発明の実施の形態】（1）第1の実施形態

図1は第1の実施形態にかかわる集積型半導体レーザ装置の断面構造図である。サファイヤ基板140上にInGaAlN系400nm帯半導体レーザLD1が形成され、その上部にInGaAlP系650nm帯半導体レーザLD2が形成されている。

【0029】電極はn型GaIn110とn型GaAs129及びp型GaAs121にそれぞれ電極132、電極130、電極131として形成され、電極132と電極131間に電流を流すことにより半導体レーザLD1を駆動する。又、電極130と電極131間に電流を流

すことで半導体レーザLD2を駆動する。半導体レーザLD1と半導体レーザLD2は、それぞれ独立に駆動することができる。

【0030】InGaAlN系400nm帯半導体レーザLD1とInGaAlP系650nm帯半導体レーザLD2はあらかじめ別々に作成し後に接着して製造した。

【0031】半導体レーザLD1は次のように作成した。まずサファイヤ基板140上にn型GaInコンタクト層110、n型AlGaInクラッド層109、n型GaIn光ガイド層108、InGaAlN系MQW活性層107、p型AlGaInキャップ層106、p型GaIn光ガイド層105、p型AlGaInクラッド層104及びp型GaInキャップ層102を順次積層した。次にp型AlGaInクラッド層104の上部及びp型GaInキャップ層102をストライプ形状にエッチング加工し、このストライプの両側にn型InGaAlN電流狭窄層103を設けた。最後にp型GaInキャップ層102及びInGaAlN電流狭窄層103上にはp型GaInコンタクト層101を形成した。

【0032】一方、半導体レーザLD2は次のように形成した。先ずn型GaAs基板129上にn型InGaAlPクラッド層128、InGaAlP光ガイド層127、InGaAlP系MQW活性層126、InGaAlP光ガイド層125、p型InGaAlPクラッド層124、p型InGaPキャップ層122を順次積層した。次にp型InGaAlPクラッド層124及びp型InGaPキャップ層122をストライプ上にエッチング加工し、このストライプの両側にn型GaAs電流狭窄層123を設けた。最後のp型InGaPキャップ層102及びn型GaAs電流狭窄層123上にはp型GaAsコンタクト層121を形成した。

【0033】上記のように作成された半導体レーザLD2のn型GaAs基板129を適当な厚みにまでエッチングした後、上記のように作成された半導体レーザLD1のp型GaInコンタクト層101と半導体レーザLD2のp型GaAsコンタクト層121を接着する。この接着は、100℃から900℃の真空中又は不活性ガス中で20分以上アニールし接着面に介在している水分を蒸発させることで実現できる。

【0034】そして、半導体レーザLD2及び半導体レーザLD1の側部を、n型GaInコンタクト層110及びp型GaAsコンタクト層121の一部が露出するように、テラス状にエッチングを施し、電極130、電極131、電極132を形成することにより2種類の半導体レーザが実装されたレーザウェーハができあがる。

【0035】以上のようにして作成されたレーザウェーハはへき開によりチップ化を行い、サファイヤ基板面をヒートシンク上にマウントした。GaIn系半導体は熱伝導性に優れているため、InGaAlP系650nm帯

半導体レーザLD 2は半導体レーザLD 1上に形成されていても、特に発熱の問題も無く良好に動作することができる。

【0036】(2) 第2の実施形態

図2は第2の実施形態にかかわる集積型半導体レーザ装置の断面構造図である。p型GaAs基板201上にInGaAlN系400nm帯半導体レーザLD 1が形成され、その上部にInGaAlP系650nm帯半導体レーザLD 2が形成されている。電極はp型GaAs基板201とp型GaAs基板221及びn型GaAs基板229にそれぞれ電極232、電極230、電極231として形成され、電極232と電極231間に電流を流すことにより半導体レーザLD 1を、電極230と電極231間に電流を流すことで半導体レーザLD 2をそれぞれ独立に駆動することができる。

【0037】InGaAlN系400nm帯半導体レーザLD 1とInGaAlP系650nm帯半導体レーザLD 2はあらかじめ別々に作成し、後に第1の実施形態と同様の方法によって接着して製造した。

【0038】半導体レーザLD 1は次のように作成した。まずサファイヤ基板上にn型GaNコンタクト層210、n型AlGaNクラッド層209、n型GaN光ガイド層208、InGaAlN系MQW活性層207、p型AlGaNキャップ層206、p型GaN光ガイド層205、p型AlGaNクラッド層204及びp型GaNキャップ層202を順次積層した。次にp型AlGaNクラッド層204の上部及びp型GaNキャップ層202をストライプ形状にエッチング加工し、このストライプの両側にn型InGaAlN電流狭窄層203を設けた。最後にp型GaNキャップ層202及びInGaAlN電流狭窄層203上にはp型GaNコンタクト層201を形成した。

【0039】一方、半導体レーザLD 2は次のように形成した。先ずGaAs基板上にn型GaAs基板229上にn型InGaAlPクラッド層228、InGaAlP光ガイド層227、InGaAlP系MQW活性層226、InGaAlP光ガイド層225、p型InGaAlPクラッド層224、p型InGaPキャップ層222を順次積層した。次にp型InGaAlPクラッド層224及びp型InGaPキャップ層222をストライプ上にエッチング加工し、このストライプの両側にn型GaAs基板223電流狭窄層を設けた。最後にp型InGaPキャップ層222及びn型GaAs電流狭窄層223上にはp型GaAsコンタクト層221を形成した。

【0040】次に半導体レーザLD 1においてはサファイヤ基板をエッチング除去しn型GaNコンタクト層210を露出させた。半導体レーザLD 2においてはn型GaAs基板229を数 μ m程度にエッチングした。次に半導体レーザLD 1の露出させたn型GaNコンタ

クト層210と半導体レーザLD 2のn型GaAs基板229を接着した。そして、半導体レーザLD 2の側部を、n型GaAs基板229の一部が露出するように、テラス状にエッチングを施してから、電極230、231、232を形成した。これにより2種類の半導体レーザが実装されたレーザウェーハができあがる。以上のようにして作成されたレーザウェーハはへき開によりチップ化を行い、電極232面をヒートシンクにマウントした。

【0041】第1の実施形態では、結晶成長面の平坦性が悪い場合、接着の歩留まりが著しく低下するが、本実施形態では半導体レーザLD 1及び半導体レーザLD 2の基板を剥離した後の面を用いて接着を行うので、接着面の平坦性が容易に確保でき歩留まり良く接着することが可能になる。GaN系半導体は熱伝導性に優れているため、InGaAlP系650nm帯半導体レーザLD 2は半導体レーザLD 1上に形成されていても良好に動作することができることは前述の通りである。

【0042】(3) 第3の実施形態

図3は第3の実施形態にかかわる集積型半導体レーザ装置の断面構造図である。本実施形態は3波長集積の例である。p型GaAs基板301上にInGaAlN系400nm帯半導体レーザLD 1が形成され、その上部にInGaAlP系650nm帯半導体レーザLD 2と、AlGaAs系780nm帯半導体レーザLD 3が形成されている。電極はp型GaAs 301とp型GaAs 321及びn型GaAs 329にそれぞれ電極332、電極330a、電極330b、電極331として形成され、電極332と331間に電流を流すことにより半導体レーザLD 1を、電極330aと331間に電流を流すことで半導体レーザLD 2を、電極330bと331間に電流を流すことにより半導体レーザLD 3をそれぞれ独立に駆動することができる。

【0043】InGaAlN系400nm帯半導体レーザLD 1は第2の実施形態と同様の方法で作成した。又、InGaAlP系650nm帯半導体レーザLD 2とAlGaAs系780nm帯半導体レーザLD 3は、前述の特開2000-11417で開示された方法によりあらかじめ作成した。

【0044】即ち、半導体レーザLD 2は次のように形成した。先ずGaAs基板上にn型GaAs基板329a上にn型InGaAlPクラッド層328a、InGaAlP光ガイド層327a、InGaAlP系MQW活性層326a、InGaAlP光ガイド層325a、p型InGaAlPクラッド層324a、p型InGaPキャップ層322aを順次積層した。次にp型InGaAlPクラッド層324a及びp型InGaPキャップ層322aをストライプ上にエッチング加工し、このストライプの両側にn型GaAs基板323a電流狭窄層を設けた。最後にp型InGaPキャップ層322a及

びn型GaAs電流狭窄層323a上にはp型GaAsコンタクト層321aを形成した。

【0045】一方、半導体レーザLD3は次のように形成した。先ずGaAs基板上にn型GaAs基板329b上にn型InGaAlPクラッド層328b、InGaAlP光ガイド層327b、InGaAlP系MQW活性層326b、InGaAlP光ガイド層325b、p型InGaAlPクラッド層324b、p型InGaPキャップ層322bを順次積層した。次にp型InGaAlPクラッド層324b及びp型InGaPキャップ層322bをストライプ上にエッチング加工し、このストライプの両側にn型GaAs基板323b電流狭窄層を設けた。最後にp型InGaPキャップ層322b及びn型GaAs電流狭窄層323b上にはp型GaAsコンタクト層321bを形成した。

【0046】これら3つの半導体レーザを第2の実施形態で示した手順で接着を行なうことにより図3の集積型レーザ装置を作成した。

【0047】(4)第4の実施形態

図4に第4の実施形態を示す。本実施形態による集積型半導体レーザ装置において、同一のn型GaAs基板400上に、発光波長が700nm帯のGaAlAs系半導体レーザLD1と発光波長が600nm帯のInGaAlP系半導体レーザLD2と発光波長が400nm帯のInGaAlN系半導体レーザLD3とが、互いに分離した状態で形成されている。

【0048】最初に、InGaAlN系半導体レーザLD3を予めサファイア基板上に形成する。即ち、サファイア基板上にInGaAlN系バッファ層を形成した後、図4でn型GaAsコンタクト層440、n型AlGaInクラッド層441、n型光ガイド層442、InGaAlN系からなるMQW構造の活性層443、p型AlGaInキャップ層444、p型GaIn光ガイド層445、p型AlGaInクラッド層446及びp型GaInキャップ層447となる部分を、CVD装置内でサファイア基板上に順次積層される。

【0049】ここで、p型AlGaInクラッド層446の上部およびp型GaInキャップ層447はストライプ形状になり、このストライプ部の両側にn型InGaAlN電流狭窄層448が設けられ、電流狭窄構造が形成されている。ストライプ形状のp型GaInキャップ層447及びn型InGaAlN電流狭窄層448上にp型GaInコンタクト層449が設けられ、その上にp型電極450が形成されている。p型電極450上にはAuからなるヒートシンク451が形成されている。

【0050】このInGaAlN系半導体レーザLD3は、結晶成長後、サファイア基板上に形成されたInGaAlN系バッファ層をエッチング除去したエピウエハをストライプ状にカットし、長波長の半導体レーザLD、即ち半導体レーザLD1及び半導体レーザLD2を

結晶成長させるn型GaAs基板に、前もって貼り付けておく。

【0051】GaAlAs系半導体レーザLD1は、上記のとおりInGaAlN系半導体レーザLD3が一部に貼り付けられたn型GaAs基板400上にn型GaAsバッファ層401、n型GaAsコンタクト層402、n型InGaAlPクラッド層403、単一量子井戸(SQW)構造または多重量子井戸(MQW)構造の活性層404、p型InGaAlPクラッド層405及びp型InGaPキャップ層406が、CVD装置内で順次成長され、積層されている。一般に、窒化物半導体は、高温に強くGaAlAs系半導体レーザLD1が形成される際の温度程度では、問題となるような特性の劣化は無い。GaAlAs系半導体レーザLD1(又は、後述のInGaAlP系半導体レーザLD2)の積層方法としては、MOCVD等がある。

【0052】p型InGaAlPクラッド層405の上部およびp型InGaPキャップ層406はストライプ形状になり、このストライプ部の両側にn型GaAs電流狭窄層407が設けられ、電流狭窄構造が形成されている。ストライプ形状のp型GaAsキャップ層406及びn型GaAs電流狭窄層407上にp型GaAsコンタクト層408が設けられ、その上にp型電極409が形成されている。p型電極409上にはAuからなるヒートシンク410が形成されている。

【0053】InGaAlP系半導体レーザLD2においては、同様に、InGaAlN系半導体レーザLD3が一部に貼り付けられたn型GaAs基板400上にn型GaAsバッファ層421、n型GaAsコンタクト層422、n型InGaAlPクラッド層423、単一量子井戸(SQW)構造または多重量子井戸(MQW)構造の活性層424、p型InGaAlPクラッド層425及びp型InGaPキャップ層426が順次積層されている。

【0054】InGaAlP系半導体レーザLD2は、GaAlAs系半導体レーザLD1より先に形成しておいても、後の形成しておいてもよい。

【0055】p型InGaAlPクラッド層425の上部およびp型InGaPキャップ層426はストライプ形状になり、このストライプ部の両側にn型GaAs電流狭窄層427が設けられ、電流狭窄構造が形成されている。ストライプ形状のp型InGaPキャップ層426及びn型GaAs電流狭窄層427上にp型GaAsコンタクト層428が設けられ、その上にp型電極429が形成されている。p型電極429上にはAuからなるヒートシンク430が形成されている。

【0056】n型GaAs基板400の裏面にはn型電極460が形成されている。3波長が集積された発光装置をピックアップヘッドに使用する場合、AlGaAs系半導体レーザLD1のヒートシンク410、InGa

AlP系半導体レーザLD2のヒートシンク430、InGaAlN系半導体レーザLD3のヒートシンク451は半導体レーザLDパッケージベース上にお互いに電氣的に分離した状態で設けられた3本の配線上にそれぞれ半田付けされている。

【0057】以上のように構成された第4の実施形態の集積型発光素子において、p型電極409とn型電極460との間に電流を流すことによりGaAlAs系半導体レーザLD1を駆動することができ、p型電極429とn型電極460との間に電流を流すことによりInGaAlP系半導体レーザLD2を駆動することができ、p型電極450とn型電極460との間に電流を流すことによりInGaAlN系半導体レーザLD3を駆動することができるようになっている。

【0058】そしてAlGaAs系半導体レーザLD1を駆動することにより波長780nmのレーザ光を取出すことができ、InGaAlP系半導体レーザLD2を駆動することにより波長650nmのレーザ光を取出すことができ、InGaAlN系半導体レーザLD3を駆動することにより波長410nmのレーザ光を取出すことができるようになっている。GaAlAs系半導体レーザLD1を駆動するか、InGaAlP系半導体レーザLD2を駆動するか、InGaAlN系半導体レーザLD3を駆動するかの選択は、外部スイッチの切換え等により行なうことが出来る。

【0059】第4の実施形態ではInGaAlN系半導体は熱伝導率が大きく、2つの波長半導体レーザLD1と半導体レーザLD2の発熱を効果的に放熱することが出来る。さらにInGaAlN系半導体はサファイア同様硬いため、この素子を用いて端面研磨が容易になり3波長の共振器長を合わせることが出来る。また各半導体レーザLDのp電極下にヒートシンクが形成されているためn型基板を半導体レーザLDパッケージベースに半田付けが可能となり、pn接合のショートによる不良が抑えられる。

【0060】(5) 第5の実施形態

図5に第5の実施形態を示す。本実施形態による集積型半導体レーザ装置において、同一のn型Si基板500上に、発光波長が700nm帯のGaAlAs系半導体レーザLD1と発光波長が600nm帯のInGaAlP系半導体レーザLD2と発光波長が400nm帯のInGaAlN系半導体レーザLD3とが、互いに分離した状態で形成されている。

【0061】GaAlAs系半導体レーザLD1においては、n型GaAsコンタクト層501、n型InGaAlPクラッド層502、単一量子井戸(SQW)構造または多重量子井戸(MQW)構造の活性層503、p型InGaAlPクラッド層504及びp型InGaPキャップ層505が順次積層されている。p型InGaAlPクラッド層504の上部およびp型InGaPキ

ャップ層505はストライプ形状を有し、このストライプ部の両側にn型GaAs電流狭窄層506が設けられ、電流狭窄構造が形成されている。ストライプ形状のp型InGaPキャップ層505及びn型GaAs電流狭窄層506上にp型GaAsコンタクト層507が設けられ、その上にp型電極508が形成されて、p型電極508上にはAuからなるヒートシンク509が形成されている。

【0062】InGaAlP系半導体レーザLD2においては、n型GaAsコンタクト層521、n型InGaAlPクラッド層522、単一量子井戸(SQW)構造または多重量子井戸(MQW)構造の活性層523、p型InGaAlPクラッド層524及びp型InGaPキャップ層525が順次積層されている。p型InGaAlPクラッド層524の上部およびp型InGaPキャップ層525はストライプ形状を有し、このストライプ部の両側にn型GaAs電流狭窄層526が設けられ、電流狭窄構造が形成されている。ストライプ形状のp型InGaPキャップ層525及びn型GaAs電流狭窄層526上にp型GaAsコンタクト層527が設けられ、その上にp型電極528が形成され、p型電極528上にはAuからなるヒートシンク529が形成されている。

【0063】InGaAlN系半導体レーザLD3においては、n型GaNコンタクト層541、n型AlGaNクラッド層542、InGaAlN系からなる単一量子井戸(SQW)構造または多重量子井戸(MQW)構造の活性層543、p型AlGaNクラッド層545及びp型GaNキャップ層546が順次積層されている。p型AlGaNクラッド層545の上部およびp型GaNキャップ層546は一方向に延びるストライプ形状を有する。このストライプ部の両側の部分にn型InGaAlN電流狭窄層547が設けられ、電流狭窄構造が形成されている。ストライプ形状のp型GaNキャップ層546及びn型InGaAlN電流狭窄層547上にp型GaNコンタクト層548が設けられ、その上にp型電極549が形成され、p型電極549上にはAuからなるヒートシンク550が形成されている。

【0064】n型Si基板500の裏面にはn型電極560が形成されている。3波長が集積された発光装置をピックアップヘッドに使用する場合、Auヒートシンクの厚さを調整しAlGaAs系半導体レーザLD1のヒートシンク509、InGaAlP系半導体レーザLD2のヒートシンク529、InGaAlN系半導体レーザLD3のヒートシンク550は半導体レーザLDパッケージベース上にお互いに電氣的に分離した状態で設けられた3本の配線上にそれぞれ半田付けされている。

【0065】以上のように構成された第5の実施形態の集積型発光素子において、p型電極508とn型電極560との間に電流を流すことによりGaAlAs系半導

体レーザLD1を駆動することができ、p型電極528とn型電極560との間に電流を流すことによりInGaAlP系半導体レーザLD2を駆動することができ、p型電極549とn型電極560との間に電流を流すことによりInGaAlN系半導体レーザLD3を駆動することができるようにになっている。そしてAlGaAs系半導体レーザLD1を駆動することにより波長700nm帯のレーザ光を取り出すことができ、InGaAlP系半導体レーザLD2を駆動することにより波長600nm帯のレーザ光を取り出すことができ、InGaAlN系半導体レーザLD3を駆動することにより波長400nm帯のレーザ光を取り出すことができるようになっている。GaAlAs系半導体レーザLD1を駆動するか、InGaAlP系半導体レーザLD2を駆動するか、InGaAlN系半導体レーザLD3を駆動するかを選択は、外部スイッチの切換え等により行なうことができる。

【0066】半導体レーザLD1、半導体レーザLD2及び半導体レーザLD3はそれぞれ基板が除去されたエピウエハをn型Si基板500上に接着により貼り付けたもので、100℃から900℃の真空中又は不活性ガス中で20分以上アニールし接着面に介在している水分を蒸発させることで実現できる。

【0067】この構成では各素子の発熱はp型電極上に形成されたヒートシンクから放熱でき、高温まで安定に動作出来る。n型Si基板500を半導体レーザLDパッケージベースにマウントした場合、ヒートシンクは放熱効果とボンディングダメージを低減でき信頼性の高い装置が実現できる。さらにn型Si基板上にホログラムレンズを形成し各半導体レーザLDの発光をSi基板上に出射することも可能になり出射スポットが一つになり光学系の調節が容易になる。即ち、上記3個の半導体レーザからの光は、前記ホログラムレンズを介して出射され、同じ光軸を持つように調整することができる。さらに色収差を補正する補正板を使用することで各半導体レーザLDのスポット位置を一つにすると共に、単独の単色の半導体レーザと同様に使用でき、複数の波長のレーザ光が同一の光軸を持っている光を出射することもできる。

【0068】(6) 第6の実施形態

図6に第6の実施形態を示す。本実施形態による集積型半導体レーザ装置において、n型Si基板600上にn型電極660が形成された同一の基板上に発光波長が700nm帯GaAlAs系半導体レーザLD1と発光波長が600nm帯のInGaAlP系半導体レーザLD2と発光波長が400nm帯のInGaAlN系半導体レーザLD3とが、互いに分離した状態で形成されている。

【0069】GaAlAs系半導体レーザLD1においては、n型電極601、n型GaAsコンタクト層60

2、n型InGaAlPクラッド層603、単一量子井戸(SQW)構造または多重量子井戸(MQW)構造の活性層604、p型InGaAlPクラッド層605及びp型InGaPキャップ層606が順次積層されている。p型InGaAlPクラッド層605の上部およびp型InGaPキャップ層606はストライプ形状を有し、このストライプ部の両側にn型GaAs電流狭窄層607が設けられ、電流狭窄構造が形成されている。ストライプ形状のp型InGaPキャップ層606及びn型GaAs電流狭窄層607上にp型GaAsコンタクト層608が設けられ、その上にp型電極609が形成されて、p型電極609上にはAuからなるヒートシンク610が形成されている。

【0070】InGaAlP系半導体レーザLD2においては、n型電極621、n型GaAsコンタクト層622、n型InGaAlPクラッド層623、単一量子井戸(SQW)構造または多重量子井戸(MQW)構造の活性層624、p型InGaAlPクラッド層625及びp型InGaPキャップ層626が順次積層されている。p型InGaAlPクラッド層625の上部およびp型InGaPキャップ層626は一方に延びるストライプ形状を有する。このストライプ部の両側の部分にn型GaAs電流狭窄層627が設けられ、電流狭窄構造が形成されている。ストライプ形状のp型InGaPキャップ層626及びn型GaAs電流狭窄層627上にp型GaAsコンタクト層628が設けられ、その上にp型電極629が形成され、p型電極629上にはAuからなるヒートシンク630が形成されている。

【0071】InGaAlN系半導体レーザLD3においては、n型電極641、n型GaNコンタクト層642、n型AlGaNクラッド層643、InGaAlN系からなる単一量子井戸(SQW)構造または多重量子井戸(MQW)構造の活性層644、p型AlGaNキャップ層645、p型AlGaNクラッド層646及びp型GaNキャップ層647が順次積層されている。p型AlGaNクラッド層646の上部およびp型GaNキャップ層647はストライプ形状を有し、このストライプ部の両側にn型InGaAlN電流狭窄層648が設けられ、電流狭窄構造が形成されている。ストライプ形状のp型GaNキャップ層647及びn側InGaAlN電流狭窄層648上にp型GaNコンタクト層649が設けられ、その上にp型電極650が形成され、p型電極650上にはAuからなるヒートシンク651が形成されている。

【0072】半導体レーザLD1、半導体レーザLD2及び半導体レーザLD3はそれぞれ基板が除去されたエピウエハにn型電極とp型電極が形成されたものでSi基板600上のn電極660上に貼り付けたもので、100℃から900℃の真空中又は不活性ガス中で20分以上アニールし接着面に介在している水分を蒸発させる

ことで実現できる。またはAlGaAs系半導体レーザLD1のヒートシンク612、InGaAlP系半導体レーザLD2のヒートシンク630、InGaAlN系半導体レーザLD3のヒートシンク651がSi基板上の各電極パッド上にお互いに電氣的に分離した状態でそれぞれ半田付けされている。

【0073】以上のように構成された第6の実施形態の集積型発光素子において、p型電極609とn型電極601との間に電流を流すことによりGaAlAs系半導体レーザLD1を駆動することができ、p型電極629とn型電極621との間に電流を流すことによりInGaAlP系半導体レーザLD2を駆動することができ、p型電極650とn型電極641との間に電流を流すことによりInGaAlN系半導体レーザLD3を駆動することができるようになっている。そしてAlGaAs系半導体レーザLD1を駆動することにより波長700nm帯のレーザ光を取出すことができ、InGaAlP系半導体レーザLD2を駆動することにより波長600nm帯のレーザ光を取出すことができ、InGaAlN系半導体レーザLD3を駆動することにより波長400nm帯のレーザ光を取出すことができるようになっている。GaAlAs系半導体レーザLD1を駆動するか、InGaAlP系半導体レーザLD2を駆動するか、InGaAlN系半導体レーザLD3を駆動するかを選択は、外部スイッチの切換え等により行なうことが出来る。

【0074】この構成ではn型Si基板600上に半導体レーザの駆動回路を集積することも可能になる。さらに今回用いたSi基板をp型にすることでサージ破壊電圧を高くすることができ信頼性が飛躍的に向上した。また絶縁性の基板を使用することでパッケージが各レーザの共通電極でなくなるため光学ヘッドの設計が容易になる。

【0075】上記第4の実施形態乃至第6の実施形態では、図面の紙面に垂直な方向にレーザが励起される。その方向に細長い直方体に切り出された半導体レーザ素子を、一定の間隔を挟んで基板上に多数平行に配置される。その後、上記のような方法で、別の発光波長の半導体レーザ素子をその直方体の間の位置に積層する。

【0076】そして、レーザの励起する方向に直角の方向へき開し、更にレーザの励起する方向に平行に切り出すことによって、波長の異なる半導体レーザの積層体が一体となった状態で個々のチップを分離することができる。

【0077】

【発明の効果】以上説明したように、この発明による集積型半導体発光装置によれば、同一基板上に発光波長が異なる半導体発光素子及び結晶材料が異なるそれぞれの半導体発光素子を集積化することができる。

【0078】このように、同一基板上に発光波長が異なる

半導体発光素子及び結晶材料が異なるそれぞれの半導体発光素子を集積化することは、小型化に非常に有利になる。

【0079】より重要な効果として、光学的なアライメントが精度良く行われることである。即ち、個別に作成された素子を基板上にマウントする場合に比較して、同一基板上に作成する場合には格段に精度が取れるのである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明第1実施形態の集積化半導体レーザ素子の断面構造図。

【図2】本発明第2実施形態の集積化半導体レーザ素子の断面構造図。

【図3】本発明第3実施形態の集積化半導体レーザ素子の断面構造図。

【図4】本発明の第4の実施形態の半導体発光装置の断面図である。

【図5】本発明の第5の実施形態の半導体発光装置の断面図である。

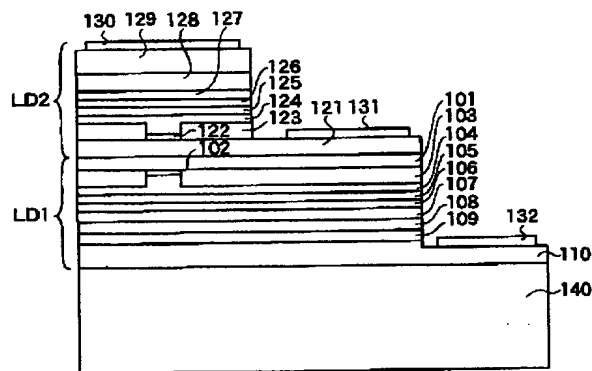
【図6】本発明の第6の実施形態の半導体発光装置の断面図である。

【符号の説明】

101, 201, 301	p型Ga _{0.5} Nコンタクト層
102, 202, 302	p型Ga _{0.5} Nキャップ層
103, 203, 303	n型InGaAlN電流狭窄層
104, 204, 304	p型AlGa _{0.5} Nクラッド層
105, 205, 305	p型Ga _{0.5} N光ガイド層
106, 206, 306	p型AlGa _{0.5} Nキャップ層
107, 207, 307	InGaAlN系MQW活性層
108, 208, 308	n型Ga _{0.5} N光ガイド層
109, 209, 309	n型AlGa _{0.5} Nクラッド層
110, 210, 310	n型Ga _{0.5} Nコンタクト層
121, 221, 321	p型GaAsコンタクト層
122, 222, 322	p型InGaPキャップ層
123, 223, 323	n型GaAs電流狭窄層
124, 224, 324	p型InGaAlPクラッド層
125, 225, 325	InGaAlP光ガイド層
126, 226, 326	InGaAlP系MQW活性層
127, 227, 327	InGaAlP光ガイド層
128, 228, 328	n型InGaAlPクラッド層
129, 229, 329	n型GaAsコンタクト層
130	n電極
230, 330a, 330b	p電極
131	共通p電極
231, 331	共通n電極

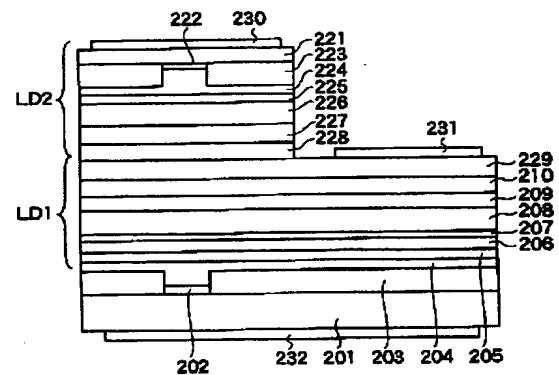
132 n電極
 232, 332 p電極
 140 サファイヤ基板
 400, 500, 600 n型GaAs基板
 401 n型GaAsバッファ層
 402, 501, 602 n型GaAsコンタクト層
 403, 502, 603 n型InGaAlPクラッド層
 層
 404, 503, 604 単一量子井戸 (SQW) 構造
 または多重量子井戸 (MQW) 構造の活性層
 405, 504, 605 p型InGaAlPクラッド層
 層
 406, 505, 606 p型InGaPキャップ層
 407, 506, 607 n型GaAs電流狭窄層
 408, 507, 608 p型GaAsコンタクト層
 409, 508, 609 p型電極
 410, 509, 610 Auからなるヒートシンク
 421 n型GaAsバッファ層
 422, 521, 622 n型GaAsコンタクト層
 423, 522, 623 n型InGaAlPクラッド層
 層
 424, 523, 624 単一量子井戸 (SQW) 構造
 または多重量子井戸 (MQW) 構造の活性層
 425, 524, 625 p型InGaAlPクラッド

【図1】

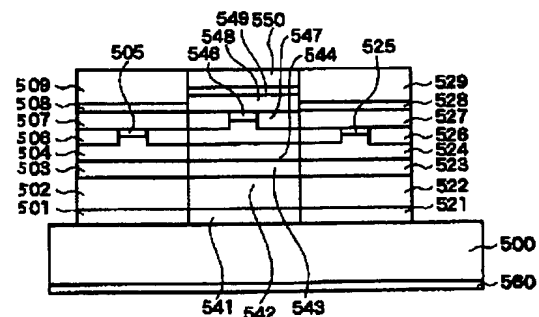


層
 425, 525, 626 p型InGaPキャップ層
 427, 526, 627 n型GaAs電流狭窄層
 428, 527, 628 p型GaAsコンタクト層
 429, 528, 629 p型電極
 430, 529, 630 Auからなるヒートシンク
 440, 541, 642 n型GaNコンタクト層
 441, 542, 643 n型AlGaNクラッド層
 442 n型光ガイド層
 443, 543, 644 InGaAlN系からなるMQW構造の活性層
 444, 544, 645 p型AlGaNキャップ層
 445 p型GaN光ガイド層
 446, 545, 646 p型AlGaNクラッド層
 447, 546, 647 p型GaNキャップ層
 448, 547, 648 n型InGaAlN電流狭窄層
 層
 449, 548, 649 p型GaNコンタクト層
 450, 549, 650 p型電極
 451, 550, 651 Auからなるヒートシンク
 51
 460, 560, 601, 621, 641, 660 n型電極

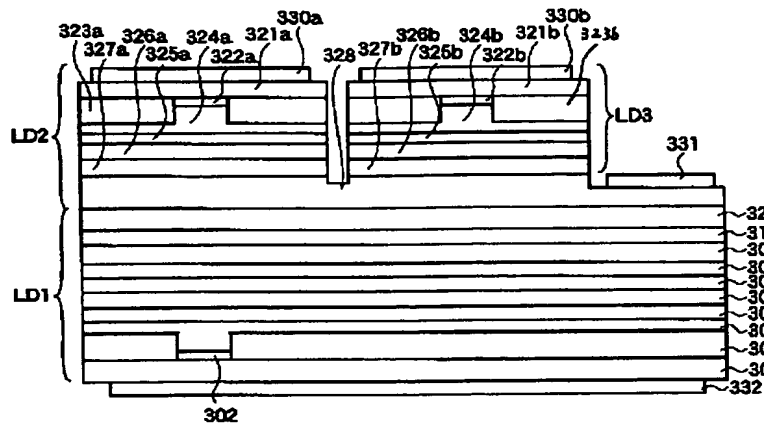
【図2】



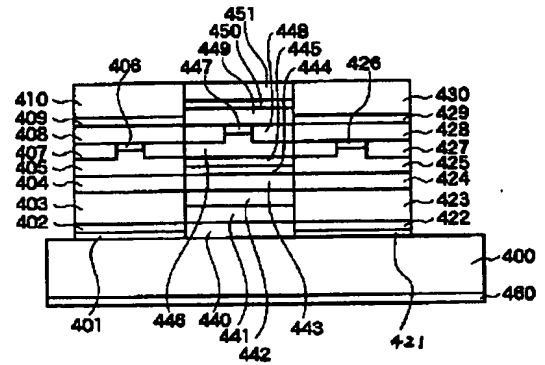
【図5】



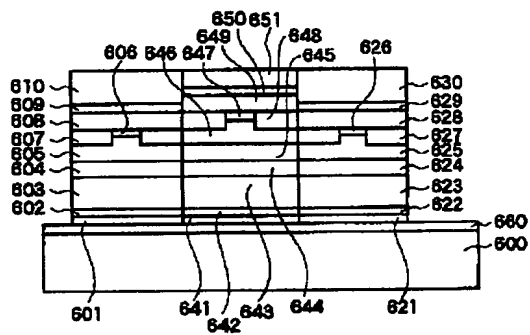
【図3】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F073 AA74 AB04 BA05 CA14 CA17
CB02 CB05 EA04 EA05 GA03